

**ANALISIS KUAT GESER STRUKTUR BALOK BETON
BERTULANG DENGAN LUBANG HOLLOW CORE PADA
TENGAH PENAMPANG BALOK**

**NASKAH PUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Teknik



**AJI KUKUH PAMBUDI
NIM. 115060101111009**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

Analisis Kuat Geser Struktur Balok Beton Bertulang Dengan Lubang Hollow Core pada Tengah Penampang Balok

Aji Kukuh Pambudi, Sri Murni Dewi, R. Martin Simatupang
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia
Email: ajikukuhp@gmail.com

ABSTRAK

Balok yang dilubangi dan diberi styrofoam akan memiliki berat yang lebih ringan. Maka dari itu penelitian ini berfungsi untuk mendapatkan balok yang memiliki berat yang lebih ringan dari yang sewajarnya yaitu dengan cara memberi perlakuan terhadap balok yang dilubangi secara horizontal pada badan balok. Pengukuran yang dilakukan pada benda uji berupa pengukuran berat sendiri dan beban maksimum. Pengujian dilakukan untuk mencari beban maksimum yang dapat diterima oleh balok. Untuk mengukur berat sendiri digunakan timbangan berkapasitas maksimal 300 kg. Kemudian *load shell* berfungsi untuk mengetahui beban maksimum yang terjadi. Balok beton bertulang normal sebagai balok kontrol memiliki berat volume sebesar $2038,7 \text{ kg/m}^3$ dan mampu menahan beban maksimum rata – rata sebesar 5725 kg. Pada balok beton bertulang dengan lubang *hollow core* ukuran 5 x 10 x 60 cm memiliki berat volume sebesar 2000 kg/m^3 dan mampu menahan beban maksimum sebesar rata – rata 5475 kg dengan persentase pengurangan pada berat volume terhadap balok kontrol sebesar 1,9 % dan persentase pengurangan kekuatan geser sebesar 4,37 %. Pada balok beton bertulang dengan lubang *hollow core* ukuran 7 x 10 x 60 cm dan 9 x 10 x 60 cm yang memiliki berat volume rata – rata masing-masing sebesar $1922,4 \text{ kg/m}^3$ dan $1911,5 \text{ kg/m}^3$. Balok ini mampu menahan beban maksimum rata – rata sebesar 4800 kg untuk balok dengan lubang *hollow core* ukuran 7 x 10 x 60 cm dan 4850 kg untuk balok dengan lubang *hollow core* ukuran 9 x 10 x 60 cm. Persentase pengurangan berat volume terhadap balok kontrol masing - masing sebesar 5,7% dan 6,2% . Untuk persentase pengurangan kekuatan geser masing – masing sebesar 16,16% dan 15,28%. Dengan demikian dapat dilihat bahwa pengaruh pengurangan volume beton pada balok beton bertulang dengan lubang *hollow core* dapat mengurangi kekuatan balok untuk menahan kuat geser yang terjadi.

Kata kunci : kuat geser, Lubang Hollow Core, balok

ABSTRACT

The beams are hollowed out and given a Styrofoam will have a lighter weight. Therefore this study serves to obtain a beam that has a lighter weight than normal, by giving the treatment of perforated beams horizontally on the beam body. Measurements were performed on the test specimen in the form of its own weight measurements and maximum load. The test is performed to find the maximum load that can be accepted by the beam. To measure the weight itself is used scales maximum capacity of 300 kg. Then load the shell serves to determine the maximum load that occurs. Reinforced concrete beams normal as volume control beam has a weight of 2038.7 kg / m³ and able to withstand the maximum load of the average - average of 5725 kg. In the reinforced concrete beams with holes hollow core size of 5 x 10 x 60 cm has a volume weight of 2000 kg / m³ and is able to withstand the maximum load of the average - average 5475 kg with a reduction in the percentage by weight of the beam control volume by 1.9% and the percentage reduction of the shear strength of 4.37%. In the reinforced concrete beams with hollow core hole size 7 x 10 x 60 cm and 9 x 10 x 60 cm with a weight average volume - average each of 1922.4 kg / m³ and 1911.5 kg / m³. This beam is able to withstand the maximum load of the average - average of 4800 kg for beams with hollow core hole size 7 x 10 x 60 cm and 4850 kg for beams with hollow core hole size 9 x 10 x 60 cm. The percentage of weight reduction of the volume of the control beam each - each by 5.7% and 6.2%. For each percentage reduction in shear strength - amounted to 16.16% and 15.28%. Thus it can be seen that the effect of the reduction of the volume of the concrete beams reinforced concrete hollow core holes can reduce the strength of the beam to withstand shear strength occurs.

Keywords: *shear strength, Hollow Core hole, beam*

PENDAHULUAN

Beton sendiri merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah banyak digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan bangunan konstruksi lainnya. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton sendiri dihasilkan dengan cara mencampurkan pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar), atau jenis agregat lain dan penambahan air secukupnya, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain. Kadang pula di tambahkan dengan bahan tambahan (additif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu yang dimana fungsinya tergantung kebutuhan pada saat di lapangan. Ada yang berfungsi untuk memperlambat pengerasan beton

dan ada juga yang berfungsi untuk mempercepat pengerasan beton. Balok yang dilubangi dan diberi styrofoam akan memiliki berat yang lebih ringan. Maka dari itu penelitian ini berfungsi untuk mendapatkan balok yang memiliki berat yang lebih ringan dari yang sewajarnya yaitu dengan cara memberi perlakuan terhadap balok yang dilubangi secara horizontal pada badan balok.

Maksud dari penelitian ini adalah penggunaan lubang terhadap badan balok diharapkan dapat menjadi model struktural yang lebih inovatif dimana dapat mengurangi berat isi dari beton dan mempunyai kuat tekan yang cukup untuk menjadi balok struktural. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan lubang

yang di beri Styrofoam pada badan balok terhadap kekuatan geser balok dan menambah wawasan mengenai ilmu struktural khususnya mengenai balok.

Kuat geser balok

Untuk perhitungan kuat geser sendiri digunakan rumus sebagai berikut :
Kapasitas Geser Beton Normal

$$V_c = \frac{1}{6} f_c' b d$$

dengan V_c = kuat geser (N), f_c = kuat tekan beton (MPa), b = lebar badan balok (mm), d = jarak dari tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm). (SNI 07-2052-2002)

Kapasitas Geser Beton Hollow Core

$$V_c = \frac{1}{6} f_c' (b - m) d$$

dengan V_c = kuat geser (N), f_c = kuat tekan beton (MPa), b = lebar badan balok (mm), m = lebar badan lubang (mm), d = jarak dari tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm). (Sapramedi, 2005)

Kapasitas Geser tulangan Sengkang

$$V_s = \frac{A_s f_y}{s} d$$

dengan V_s = kuat geser tulangan sengkang (N), A_s = luas total tulangan sengkang (mm^2), f_y = Kuat tarik baja (Mpa), d = jarak dari tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm), dan s = jarak antar sengkang (mm). (SNI 07-2052-2002)

Tegangan geser Balok

Tegangan geser pada semua fiber dengan jarak y_o dari sumbu netral diberikan dengan formula:

$$\tau = \frac{V Q}{I b}$$

Dimana, τ = tegangan geser V = gaya geser b = lebar penampang balok I = momen-area kedua y_d = momen-area pertama

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Semen *portland* tipe 1 produksi PT.

Semen Gresik. Agregat halus (pasir) menggunakan pasir Wlingi. Agregat kasar (kerikil) dengan ukuran $\pm \phi 5$ mm. Air PDAM Kota Malang. Baja Tulangan polos dengan $\phi 12$ mm sebagai tulangan lentur. Baja Tulangan polos dengan $\phi 6$ mm sebagai sengkang Styrofoam 10 cm x 5 cm x 60 cm; 10 cm x 7 cm x 60 cm; 10 cm x 9 cm x 60 cm

Alat Penelitian

Satu set ayakan dengan *motorized dynamic sieve shaker* Timbangan *senticial* merk standart. Mesin pencampur beton (*concrete mixer*). Penguji *slump* (kerucut *Abrams*). Sendok semen. Bekesting Balok Beton penampang persegi dengan ukuran 200x200x2400 mm. Mesin uji tekan. Dongkrak hidrolik (*Hydraulic Jack*). Alat pengukur lendutan (*LVDT*). Alat pengukur peningkatan pembebanan *Load Shell* kapasitas 10 ton. Frame Pengujian

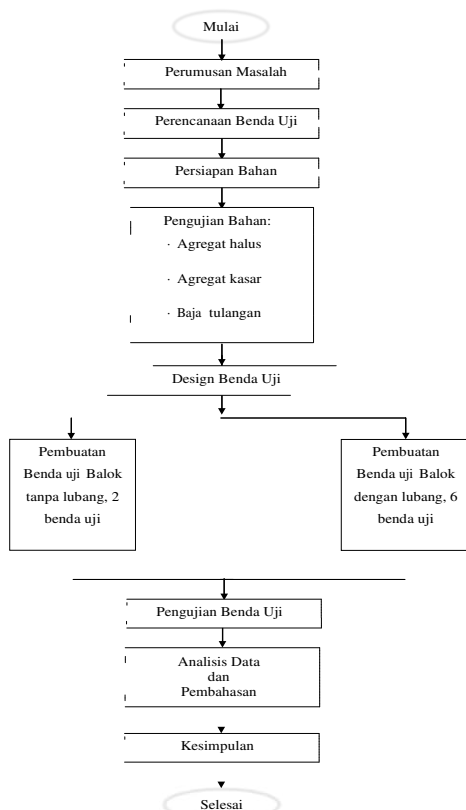
Benda Uji

Pembuatan Benda uji Balok tanpa lubang sebanyak 2 benda uji dan untuk Balok berlubang sebanyak 6 benda uji di bagi 3 macam penampang lubang yang berukuran masing-masing 10 cm x 5 cm x 60 cm; 10 cm x 7 cm x 60 cm; 10 cm x 9 cm x 60 cm seperti Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan benda uji

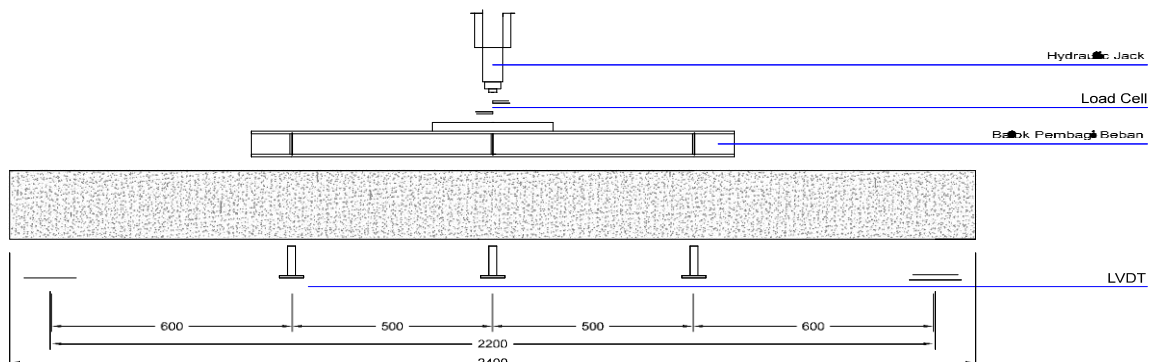
Sengkang	Perlakuan Lubang pada Model Balok Benda Uji			
	Balok dengan Lubang Penampang			Balok Normal
	10x5x60 (cm)	10x7x60 (cm)	10x9x60 (cm)	
Ø6 – 40	2x	2x	2x	2x

Pelaksanaan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Balok benda uji diposisikan diatas dua tumpuan sendi-rol dengan bentang 2,2 m. Beban diletakkan pada 0,6 m dari tiap masing - masing tumpuan menuju tengah bentang. Pengujian balok dilaksanakan seperti pada Gambar 2. Data yang diambil adalah dengan mengamati lendutan yang terjadi pada balok. Hal ini ditunjukkan oleh *LVDT* yang terpasang pada balok. Data yang dipakai adalah data yang ditunjukkan *LVDT* ketika balok mengalami keruntuhan struktur. Beban P maksimum yang dipakai adalah beban maksimum ketika balok sudah mengalami keruntuhan struktur dengan interval kenaikan beban sebesar 50 kg. Beban didapat dari data yang ditunjukkan oleh *Load Shell*.



Gambar 2. Skema Pembebanan

PEMBAHASAN

Pengujian Pendahuluan

Hasil pengujian 8 silinder beton diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 23,09 Mpa.

Untuk tulangan utama $\emptyset 12$ didapatkan hasil uji tarik rata-rata sebesar 311 Mpa.

Lalu untuk tulangan sengkang $\emptyset 6$ didapatkan hasil uji tarik rata-rata sebesar 99 Mpa.

Kapasitas Beban

Perhitungan geser balok berlubang dilakukan dengan cara eksperimen dan untuk balok normal perhitungan disesuaikan dengan SNI-03-2847-2002. Hasil perhitungan bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan V_u

No	Benda Uji	Pu maksimum Kg
1	N/ $\emptyset 6$ – 400	5850
2	L5/ $\emptyset 6$ - 400	4506
3	L7/ $\emptyset 6$ - 400	4506
4	L9/ $\emptyset 6$ – 400	4506

Keterangan:

- N : Benda uji balok normal
- L5 : Benda uji balok *hollow core* 5 x 10 x 60 cm
- L7 : Benda uji balok *hollow core* 7 x 10 x 60 cm
- L9 : Benda uji balok *hollow core* 9 x 10 x 60 cm

Tegangan geser Balok

Perhitungan dilakukan secara teoritis dengan menggunakan rumus tegangan geser maksimum yang di tinjau dari titik

tengah penampang balok uji. Dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan V_u akibat Momen Inersia

No	Benda Uji	Pu Max Kg
1	N/ $\emptyset 6$ – 400	4741
2	L5/ $\emptyset 6$ – 400	2695
3	L7/ $\emptyset 6$ – 400	2681
4	L9/ $\emptyset 6$ – 400	2679

Dimensi Balok

Untuk mengetahui berat balok dan mengetahui ukuran balok setelah pengecoran. Lalu menghitung Volume balok.

Tabel 4. Berat dan dimensi balok

No	Benda Uji	Berat (kg)	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
1	N.1	197,41	2,4	0,2	0,2
2	N.2	194,02	2,4	0,2	0,2
3	L5.1	194	2,4	0,2	0,2
4	L5.2	192	2,4	0,2	0,2
5	L7.1	183,9	2,4	0,2	0,2
6	L7.2	185,2	2,4	0,2	0,2
7	L9.1	183	2,4	0,2	0,2
8	L9.2	184	2,4	0,2	0,2

Tabel 5. Volume balok

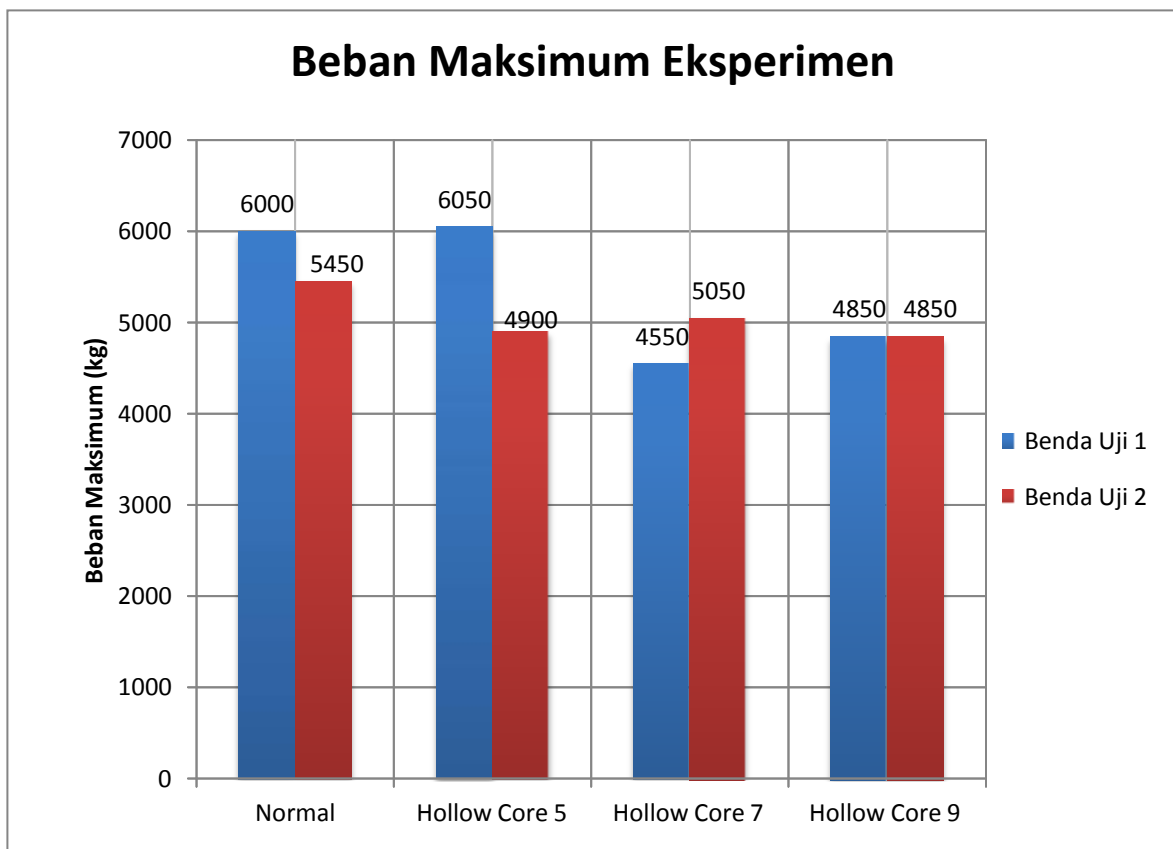
No	Benda Uji	Berat	Perbandingan
		Volume Kg/m ³	Selisih %
1	Normal	2038,7	0,0
2	L5	2000,0	-1,9
3	L7	1922,4	-5,7

Kapasitas Beban Eksperimen

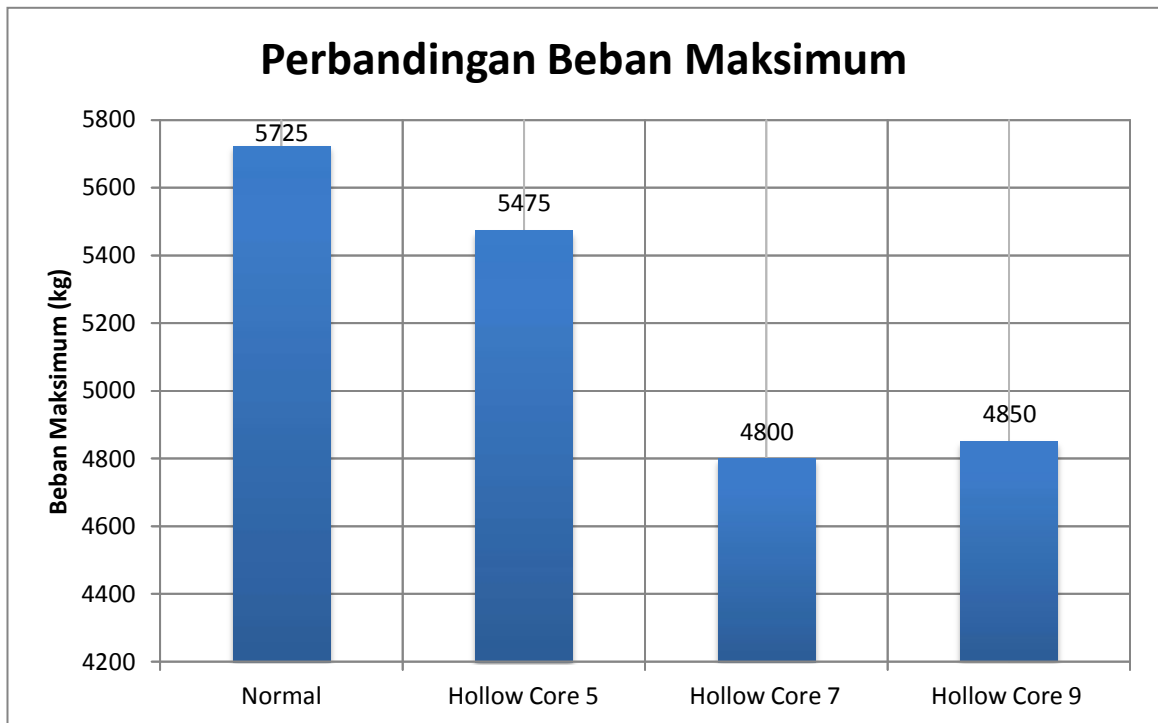
Membandingkan dari perhitungan beban maksimum secara teoritis dan beban maksimum yang dihasilkan dari eksperimen di laboratorium. Hasil perbandingan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Pengujian dan Teoritis

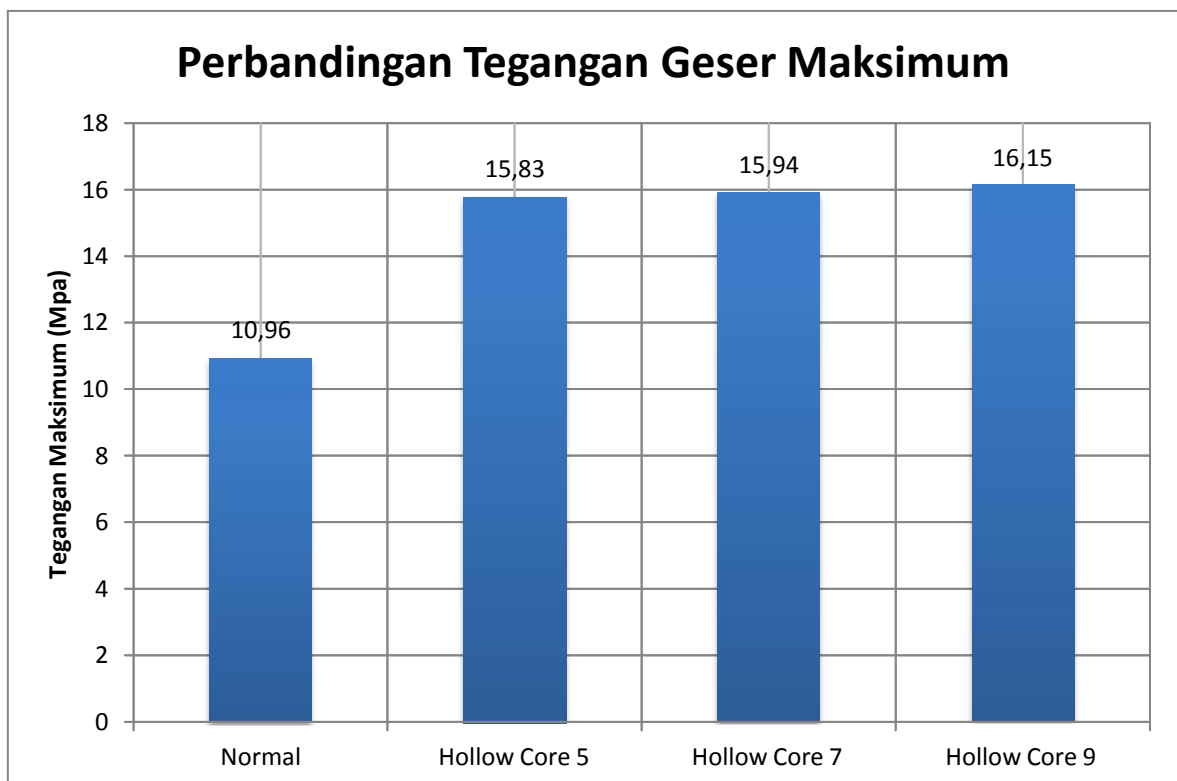
No	Benda Uji	Pu Eksperimen Kg	Pu Teoritis Kg	Selisih %
1	N/1	6000	5850	2,56
2	N/2	5450	5850	-6,83
3	L5/1	6050	4506	34,26
4	L5/2	4900	4506	8,74
5	L7/1	4550	4506	0,97
6	L7/2	5050	4506	12,07
7	L9/1	4850	4506	7,63
8	L9/2	4850	4506	7,63



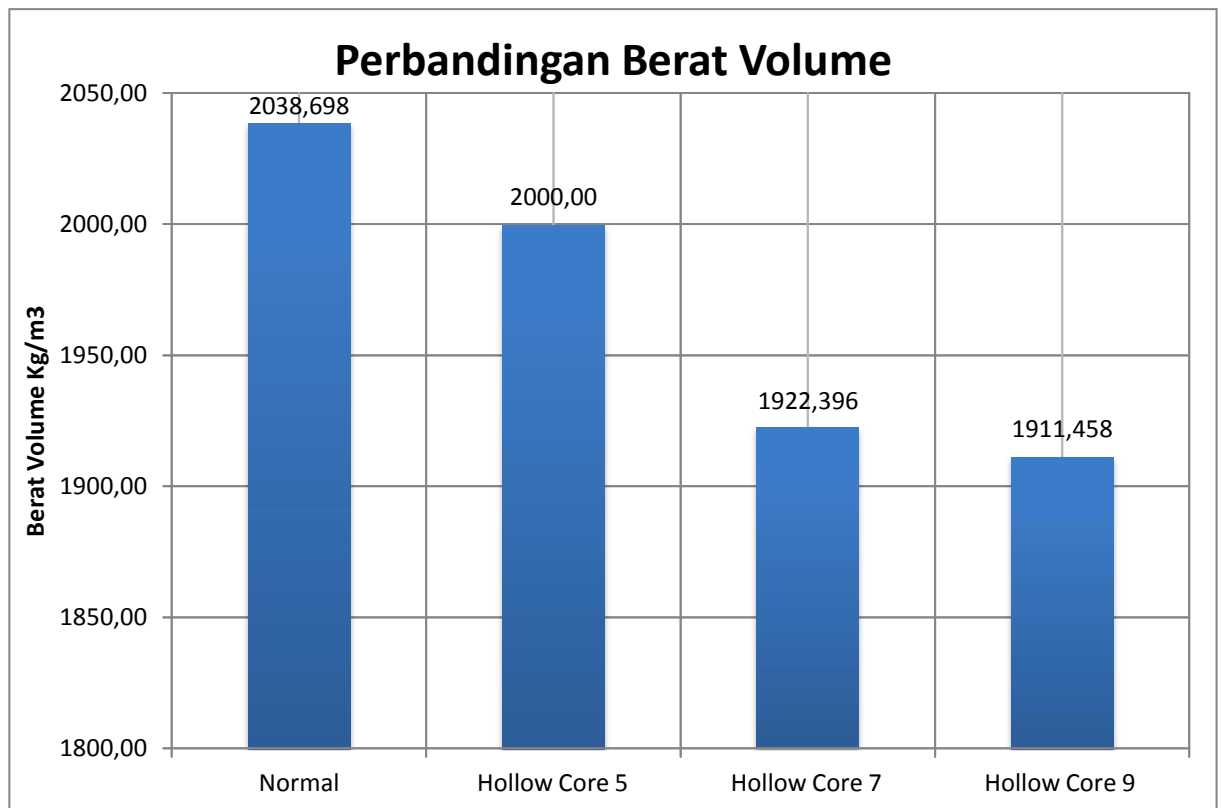
Gambar 3. Grafik Pu Eksperimen Belok Beton Uji



Gambar 4. Grafik Pu rata-rata Balok Beton Uji



Gambar 5. Grafik Tegangan Geser Maksimum Balok Beton Uji



Gambar 6. Grafik Perbandingan Berat Volume Balok Beton Uji

Pengaruh lubang Hollow Core pada tengah penampang Balok mengakibatkan berkurang nya beban maksimum yang dapat di pikul oleh balok, seperti yang tertera pada Gambar 4. Yang menunjukkan grafik penurunan dari balok normal hingga balok Hollow core 9. Yang menyebabkan berkurangnya beban maksimum dikarenakan tegangan geser maksimum yang ditahan oleh balok Hollow Core lebih besar dari pada balok normal. Dikarenakan momen inersianya yang lebih kecil karena adanya pengurangan dari luasan Holow Core itu sendiri. Sehingga menyebabkan tegangan geser semakin besar yang berdampak secara langsung dengan beban maksimum yang bisa ditahan oleh balok

uji. Seperti yang dijelaskan pada gambar 5. Dimana ada penambahan tegangan geser yang terjadi di setiap variable Hollow Core. Penambahan lubang Hollow core juga berpengaruh terhadap volume balok yang semakin berkurang karena adanya pertambahan Styrofoam sebagai perumpamaan Hollow Core. Tetapi pengurangan volume pada saat eksperimen tidak sesuai rencana yang seharusnya dikarenakan Styrofoam mengalami susut pada saat beton mengering. Hasil berat volume sesuai dengan Gambar 6.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pengujian dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Balok normal (Tanpa *Hollow Core*) memiliki berat volume $2038,7 \text{ kg/m}^3$ dan dapat menahan beban maksimum rata – rata 5725 kg. Pada balok lubang *hollow core* ukuran $5 \times 10 \times 60 \text{ cm}$ dengan berat volume 2000 kg/m^3 dan mampu menahan beban maksimum rata – rata 5475 kg dengan persentase berkurangnya berat volume terhadap balok kontrol sebesar 1,9 % dan persentase pengurangan kekuatan geser sebesar 4,37 %.
2. Balok beton bertulang dengan lubang *hollow core* ukuran $7 \times 10 \times 60 \text{ cm}$ memiliki berat volume $1922,4 \text{ kg/m}^3$ dan dapat menahan beban maksimum rata – rata 4800 kg. Dengan persentase berkurangnya berat volume terhadap balok kontrol sebesar 5,7 % dan persentase pengurangan kekuatan geser sebesar 16,16 %
3. Balok beton bertulang dengan lubang *hollow core* ukuran $9 \times 10 \times 60 \text{ cm}$ memiliki berat volume $1911,5 \text{ kg/m}^3$ dan dapat menahan beban maksimum rata – rata 4850 kg. Dengan persentase berkurangnya berat volume terhadap balok kontrol sebesar 6,2 % dan persentase pengurangan kekuatan geser sebesar 15,28 %
4. Pengurangan ukuran beton pada balok beton bertulang dengan lubang *hollow core* dapat mengurangi kekuatan balok untuk menahan kuat geser yang terjadi karena tegangan geser yang terjadi lebih besar yang diakibatkan momen Inersia yang lebih kecil karena pengurangan

luasan Styrofoam pada tengah penampang balok.

5. Balok beton dengan lubang (*hollow core*) memiliki berat volume yang lebih kecil dibandingkan dengan balok beton normal tanpa lubang

Saran

1. Pada saat pengecoran balok harus di cek sedemikian rupa untuk letak Styrofoam agar tidak naik melebihi garis netral yang telah di rencanakan. Lebih baiknya di beri penahan atau sejenisnya untuk menjaga posisi lubang *Hollow Core* agar tidak naik karena tekanan air dari bawah. Gunakan alat yang lebih efisien untuk memindahkan balok dari tempatnya menuju ke alat uji tekan agar tidak terjadi cidera yang di akibatkan karena berat balok yang beratnya hampir 300 kg. Sehingga memudahkan untuk proses pemindahan.
2. Membuat skala uji yang lebih kecil untuk mempermudah proses pengujian dan untuk meringankan ongkos biaya yang lebih sedikit.
3. Pengawasan saat kegiatan pembesian dan pembuatan bekisting perlu diperhatikan secara seksama agar mutu benda uji terkontrol dengan baik.
4. Proses pemadatan harus diperhatikan agar tidak terjadi rongga-rongga pada beton.
5. Pengecekan ulang letak styrofoam saat balok sudah mengeras dengan cara di belah.
6. Memilih bahan yang lebih kuat untuk menjadi *Hollow Core* di tengah penampang balok.
7. Memilih bahan yang lebih kuat untuk menjadi *Hollow Core* di tengah penampang balok.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. (2010). Balok dan Plat Beton Bertulang. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Dipohusodo, I. (1993). Struktur Beton Bertulang. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Frick, H. (1999). Ilmu Konstruksi Bangunan 1. Yogyakarta: Kanisius.
- Nawy, E. G. (1998). Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung: PT Refika Aditama.
- Pamungkas, A., & Harianti, E. (2009). Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa. Surabaya: ITS Press.
- Purwono, R. (2005). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Sesuai SNI-1726 dan SNI-2847 Terbaru. Surabaya: ITS Press.
- Purwono, R. (2010). Pengendalian Mutu Beton Sesuai SNI, ACI dan ASTM. Surabaya: ITS Press.
- Sapramedi, W. (2005). Analisis perilaku geser dan lentur pada balok beton bertulang lingkaran (hollow core RC beam) . UGM. Yogyakarta.
- SNI 07-2052-2002 (2002). Baja Tulangan Beton. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 08-2847-2002 (2002) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional.
- Thambah, J. (2010). Beton Bertulang. Bandung: Rekayasa Sains.